

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—223909

⑬ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和58年(1983)12月26日

H 03 G 5/16

6964—5 J

H 04 B 3/14

6866—5 K

発明の数 1

審査請求 未請求

(全 9 頁)

⑮ ダイナミック等化回路

⑯ 特 願 昭58—35728

⑰ 出 願 昭58(1983) 3 月 4 日

優先権主張 ⑱ 1982年 6 月14日 ⑲ 米国(US)

⑳ 388097

㉑ 発 明 者 アマー・ジー・ボーズ
 アメリカ合衆国マサチューセツ
 ツ州01778ウエイランド・デ
 ーア・ラン・ロード11

㉒ 発 明 者 リチャード・ジー・ブロード
 アメリカ合衆国マサチューセツ
 ツ州01721アシュランド・ベル
 ビュー・ハイツ19

㉓ 出 願 人 ボーズ・コーポレーション
 アメリカ合衆国マサチューセツ
 ツ州01701フラミンガム・ザ・
 マウンティン・ロード100

㉔ 代 理 人 弁理士 湯浅恭三 外 4 名

明 細 書

1. [発明の名称]

ダイナミック等化回路

2. [特許請求の範囲]

(1) 最低音域に与えられる増幅を中音帯域に対

して相対的に中音帯域において再生されるレ
 ベルの関数として変化させるための手段を有
 する自動ダイナミック等化回路において、

様々な再生レベルに対して200 Hz から
 始まる中間周波数領域の音域に無視できる増
 幅を与えると同時に200 Hz 以下の最低音
 域の増幅を中音帯域に対して相対的に上記の
 再生レベルの関数として効果的に変化させる
 ための手段を含むことを特徴とする自動ダイ
 ナミック等化回路。

(2) 前記手段が150 Hz以下の最低音域中に共
 振を有する共振回路によって分流されるタッ
 プ付ポテンショメータを含むことを特徴とす
 る特許請求の範囲第1項記載の自動ダイナミ
 ック等化回路。

(3) 前記共振回路が非常に高いQ値を有する誘
 導リアクタンスを発生する活性回路によって
 分流されるコンデンサを含むことを特徴とす
 る特許請求の範囲第2項記載の自動ダイナミ
 ック等化回路。

(4) 前記タップ付ポテンショメータと同時作動
 し且つ第2チャンネルに関連した第2ポテン
 ショメータを含むことを特徴とする特許請求
 の範囲第3項記載の自動ダイナミック等化回
 路。

(5) 活性共振回路によって分流される前記ポテ
 ショメータに配設された第2タップを含む
 ことを特徴とする特許請求の範囲第2項記載
 の自動ダイナミック等化回路。

(6) 前記手段が、
 出力ポテンショメータ手段と同時作動する
 入力ポテンショメータ手段、
 前記入力ポテンショメータ手段のアームの
 信号に対応する信号を前記出力ポテンショメ
 ータ手段のアームの信号に対応する信号と差

動的に結合させて音量補償を有する出力信号を供給するための手段、及び

実質的に少くとも70Hz程度に低く且つ前記中音帯域より下に集中しているスペクトル成分の帯域を選択的に送信するための前記入力ポテンシオメータアームと前記出力ポテンシオメータ手段を相互結合しているバンドパスフィルタ手段

を含むことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の自動ダイナミック等化回路。

- (7) 前記第1入力ポテンシオメータ手段及び前記出力ポテンシオメータ手段と同時作動する前記入力ポテンシオメータ手段の第2手段、及び

前記出力ポテンシオメータアームの信号に対応する信号を前記第2入力ポテンシオメータ手段のアームの信号に対応する信号と差動的に結合するための第2手段を含むことを特徴とする特許請求の範囲第6項記載の自動ダイナミック等化回路。

- (11) 前記の増幅を変化させるための手段が音量制御装置を含み且つ音量制御セッティングが減少した時に低音域を増幅すると同時に人間の声音の全てのフォルマント域に対する周波数特性を実質的に均一に維持するための音量制御セッティングに依存する周波数特性を特徴に持つことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の自動ダイナミック等化回路。

- (12) 前記の増幅を変化させるための手段が20db以下の音量制御減衰に対して100Hz以上の無視できる増幅を与えることを特徴とする特許請求の範囲第11項記載の自動ダイナミック等化回路。

- (13) 前記の増幅を変化させるための手段が20~40dbの音量制御減衰に対して200Hz以上の無視できる増幅を与えることを特徴とする特許請求の範囲第11項記載の自動ダイナミック等化回路。

- (14) 等化曲線の勾配の大きさが低音量制御セッティングの音声に対して12db/オクター

- (8) 前記ポテンシオメータが通減度を特徴とし且つ所定の基準レベルから前記入力ポテンシオメータ手段によって導入された10db減衰毎に減少する前記出力ポテンシオメータ手段によって与えられた減衰を確立して、前記バンドパスフィルタの中心周波数において前記差動結合手段の出力を前記中音帯域の出力に対して相対的に実質的に5db増加させるための手段を含むことを特徴とする特許請求の範囲第6項記載の自動ダイナミック等化回路。

- (9) 前記の増幅を与える手段が、70Hz以下の所定最低音域下の周波数特性をロールオフする手段を含むことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の自動ダイナミック等化回路。

- (10) 前記ロールオフ手段が150Hzよりかなり低い最低音域で共振を有する共振回路によって分流されるタップ付ポテンシオメータを含むことを特徴とする特許請求の範囲第9項記載の自動ダイナミック等化回路。

ブより上であることを特徴とする特許請求の範囲第11項記載の自動ダイナミック等化回路。

- (15) 前記の増幅を変化させる手段が、音量制御セッティングが減少するにつれて虚軸に近づく複極を特徴とする回路手段を含むことを特徴とする特許請求の範囲第11項記載の自動ダイナミック等化回路。

- (16) 100Hzよりかなり低い所定の最低音域下で周波数特性のロールオフ特性を確立するための手段を含むことを特徴とする特許請求の範囲第11項記載の自動ダイナミック等化回路。

- (17) 音量制御セッティングが増加するにつれて前記ロールオフ特性の勾配が増加することを特徴とする特許請求の範囲第11項記載の自動ダイナミック等化回路。

- (18) 前記音量制御の最大セッティングにおいて所定の所望周波数特性を与えるための前記手段と共動する固定等化回路手段を更に含むこ

とを特徴とする特許請求の範囲第11項記載の自動ダイナミック等化回路。

- (9) 15 db 台の音量制御減衰範囲にわたる音量制御セッティングによって導入される全減衰の約80%から40%の範囲において減少する最後の周波数における振幅特性を有するピーク振幅の周波数の回りに集中された1群のダイナミック等化曲線を特徴とする特許請求の範囲第11項記載の自動ダイナミック等化回路。

3. [発明の詳細な説明]

本発明は一般的には等化方法に関し、より詳細には、音声増幅システムの周波数特性を声音再生の際に好ましくない過度低音を起さずレベルの関数として自動的に制御する新規な装置と技術に関する。1977年11月にAudio Engineering Society に発表された Tomlinson Holman と Frank S. Kapmann による論文「音量補償の使用と誤用」(Loudness Compensation, Use and

影響が発生することも見い出されている。本発明は特性を大巾に改善するものである。

現存の音量制御器に関する問題、及び本発明がこれらの問題を如何に解決するかということについて理解するために、先ず、人間の耳の周波数特性が受けた音声の強度に対して如何に変化するかということについて考えてみる。次にこれらの周波数特性の声音や音楽に関する影響について考察する。

等ラウドネス曲線は米国の Fletcher と Munson によって、また後になって英国の Churcher と King によって測定された。これらの等ラウドネス曲線は、耳に与えられる純粋な音質の音声レベルが低下すると、耳の500 Hz 以下の周波数の音質に対する感度が低下することを示す。従って、一方が500 Hz で他方が1,000 Hz の周波数を有し音圧レベルが等しい2つの純粋な音質から成る音響信号を最初に高音圧レベルで聴取し、次に低音圧レベルで聴取した場合、低音圧レベルの信号は、高音圧

Abuse) (Reprint №1281(D-4)) には従来の音量補償用音量曲線について述べられている。これらの音量曲線回路は、音声レベルに対する人間の耳の周波数特性を喪失す

Fletcher-Munson 曲線に基づいている。人間の耳の最低周波数領域に対する感度は、音量が高レベルにある時よりも低レベルにある時の方が小さい。斯かる差異を補償するために、多くの音声増幅システムは、音量レベルが低くなると最低音域と最高音域の増幅を大きくするようにした音量制御装置を含んでいる。

上記の論文及び米国特許第4,220,817号には、Fletcher-Munson曲線の形状もしくは後続の研究者の提案した曲線の形状に合わせることを試みた低音域制御回路について述べられている。音量制御が行なわれている時にシステムの周波数特性を人間の耳の周波数特性と逆の状態に変化させるように音声再生装置の音量制御装置を設計したことは歴史的な事であった。しかしながら斯かる技術によって好ましくない

レベルの信号の時に感ずるよりも、1,000 Hz に対して50 Hz が小さくなっているように感じられるのである。

音声再生装置の音量(ラウドネス)制御装置は、音声レベル低下の際に生じる低音域に対する耳の感度の低下を補償するために音量制御量を減少させる時に低音域を中音域に対して相対的に増幅するように開発された。しかしながら、低音声レベルにおいて再生された信号の低音域を増幅しても生の状態で聴いた時に感じられる音感には保たれない。何となれば、低レベルで聴いた生の音声は低音域において低下した耳の感度の影響を受け、従って、中音域に比較して低音域が小さくなっているように感じられるからである。斯かる理由により、今日の音声再生装置に見られる音量制御装置は、音声が低音量レベルにおいて再生された時の極低音域の音声として感じられるように配慮されている。ハイファイ装置が、音量制御が不快になった時、音量制御を切るためのスイッチを有する所以である。

毎日、人々は他の人の生の話を様々な音声レベルで聴く機会を有する。この現象は、例えば、戸外にいる話者と聴取者が様々な距離にある時に起きている。また、話者は時間によって様々な音声レベルで話すこともある。生の話の低音声レベルは低音域が小さいように聞えるが、これは自然であると考えられる。低音声レベルにおいて音声を再生する際に、これらの低音域を本来の声音に戻す如何なる試みも人工的に感じられることが見い出されている。

しかしながら、一般的に言って生の音楽に対する音感とは全く異なるものである。指揮者が、与えられた曲を指揮する時、例えば30 db も異なったレベルで演奏することはないし、またコンサートホールの中の音声レベルは座席によってそれ程大きく異なるわけではない。従ってコンサートホールの中で生演奏を聴く時、聴取者は、演奏される曲を多かれ少かれ与えられた音声レベルで聴くことに慣れてしまうのである。たとえ戸外において演奏されるバンドを聴く場

再生を落すことなく改善されていると認められる状態に低音域用楽器に対する音感に戻すことができることが見い出された。

Fletcher-Munsonの均等音量曲線を用いると200~500 Hzの音域も増幅すべきであることが予測できるが、増幅する音域を200 Hz以下に限定すると、非常に満足のいく音楽演奏が得られることが見い出されている。斯かる方法を用いて、本発明は、前述の声音に関する好ましくない影響を防止している。すなわち、本発明は声音の任意のフォルマント音域において無視出来る増幅をそう入しているのである。

また、一般に信じられているように、200 Hz以下においてさえも、周波数特性の最適増幅は、信号レベルの関数としての均等音量カーブの変化によって予測できないことが見い出されている。Fletcher-Munson曲線は、純粋音質（正弦波）を用いて作られた。この曲線は、ただ、任意の音圧レベルの1,000 Hzの純粋音質の音量と同じ音量に感じられるには、特定の

合でもバンドのすぐそばの音量の大きな所にいれば集中して音楽を聴くことができる。拡声装置を付けずに戸外演奏されるバンドの音楽の場合、バンドから十分に離れるならば、音声レベルをかなり弱めることができることは言うまでもない。しかしながら、こうすると、空気によって低音域よりも高音域の方がかなり減衰してしまうので、本来ならば長い距離では低音域が失われたように感じられる現象を部分的にせよ補償することになるのである。

録音された音楽を、生演奏される曲に対して感じられる音声レベルよりも低い音声レベルにおいて再生すると、人間の耳の感度が低音域に対して低下するために、例えばダブルベース、バスドラム及びオルガンのペダルキー等の低音域用楽器の音が再生された曲から消えてしまう。斯かる低レベルの音感効果は（声音と違って）生演奏にはみられないため、（200 Hzより下の）非常に低い音域を適当に増幅すれば、従来の音量補償方法において得られたように声音

周波数の純粋音がどの位の音圧レベルを持たなければならぬかを示すだけである。

音楽の場合、低音域成分の振幅と中音域の振幅（曲から感じられる音量レベルの確立に対して大きな役割を果たす）の間には何ら固定された相関関係がないため、従って曲を再生する時の音量制御セッティングとの間にも何ら相関関係がみられない。音質が異なる場合の相対振幅はそれぞれの曲に依存し且つその曲の中でも変化する。

さらに、音楽の場合、例えば、オルガンとダブルベースといった2つの異種の楽器を同一の低周波数領域において且つ異なった振幅で同時に演奏させることも可能である。音量制御セッティングによる音量補償の均等音量曲線理論に従うと、各楽器毎に、音量制御セッティングの与えられた減少に対して異なった量の低音域増幅が要求されることになる。もちろん、斯かる所業は達成できるものではない。何となれば、2つの音楽信号が同一の音域を占めており、数

学的に分離できないからである。かくして、均等ラウドネス等音曲線は、音量制御装置の設計に用いられる適正な曲線でないことが見い出された。

本発明によると、再生された低音量レベルの曲に対する音感を改善し且つ声音の再生を劣化させないように配慮された音量制御セッティング毎に変化する一群の周波数曲線が見い出された。

従って、本発明の1つの重要な目的は改良された音量補償を提供することにある。

本発明の別の目的は改良された自動音量補償を提供することにある。

本発明のさらに別の目的は、再生された声音もしくは低音曲信号に好ましくない最低音を起さない自動音量補償を用いて前項の1つ又は2つの目的を達成することにある。

本発明の又別の目的は信頼度の高い且つ比較的組み立てが簡単で費用もあまりかからない回路を用いて前項の1つ又はそれ以上の目的を達成することにある。

は、150 Hz 以上の音域において略平坦な周波数特性を維持すると同時に40~60 Hz の所望の低音域で適当な低音域増幅を保证するのに十分に高いQを確立する活性共振回路を用いている点にある。

音量制御14は音量増幅と正しい出力レベルを達成するための適正な点に接続されたタップ15を有する。選択された制御逡減(傾斜)度に対しては、タップの位置は以下のように配慮される。すなわち、抵抗21が効果的に接地された状態で、 $2 \times 10^{-5} \text{ N/M}^2$ より80 db上の音が最高に大きいプログラム曲目に関する音圧レベルを聴取空間に与えると期待される回転位置に配置されるのである。抵抗21が効果的に接続されると、期待される音圧は約5 db増加する。このタップ15はチューニングコンデンサ16を含む活性共振回路及びコンデンサ17と抵抗18を含む活性インダクタに接続されている。この活性インダクタは抵抗13を通してチューニングコンデンサ16に電流を供給

本発明によると、極端な増幅位置においても、200 Hz 及び200 Hz 以上の音域において無視できる増幅を行なう音量補償曲線確立手段が配設されている。本発明の別の観点によると、ステレオ増幅システムの両チャンネルに共通の回路によって低音域の自動音量補償が行なわれる。

第1図について説明する。第1図には、本発明に係るいくつかの音量補償曲線を示す。これらの曲線の中で曲線11は極端な増幅位置においても、可聴低音域ノイズを軽減するのに役立つロールオフ特性を以って、150 Hz 以上の音域において1.5 db以上の増幅を行なわないようにしている。本発明は、従来の曲線が複雑信号の感じられる音質に必ずしも関係しない音量測定に基づいていたことを認識することによって従来技術の欠点を克服するものである。

第2図について説明する。第2図には、第1図の周波数特性を特徴とする自動音量補償を行なうための回路の実施例を示す。本発明の特徴

する増幅器12を駆動する。この回路はインダクタの電流電圧位相関係を有するインピーダンスをコンデンサ16の両端に与えており且つコンデンサ16と共にバンドパスフィルタとしての挙動を示す。この活性共振回路は、共振周波数を除く全ての音域においてタップ15に負荷を与えている。この共振周波数は通常は50 Hzに設定される。共振周波数では、活性回路網のインピーダンスが高くなるため、タップにはもはや1.2 K Ω 抵抗21を通して負荷が与えられず、従って回路網の出力が増加する。

第3図について説明する。第3図には、本発明に係る別の実施例を示す。音量が低下した時、低音域において良好な分離を維持することは必要でないことが見い出された。従って、第2図に示す型式のマルチチャンネルシステム用単活性共振回路を用いることは実用的である。A及びBで示された2つのチャンネルは、それぞれエレメント19及び20を有する同時作動のポテンシオメータによって制御される。活性共振

器は第1図に示す所望の音量補償曲線を達成するためにポテンシヨメータ19のタップ22及び23並びにポテンシヨメータ20のタップ24及び25に接続されている。共振器回路網は高音域において大地に対して短絡状態になるため、高音域においては、両チャンネル間でクロスカップリングが起らず、従ってチャンネル間の分離は良好状態を保つ。音量補償を必要とする最低音域においてのみ、チューニングコンデンサ107の端子のインピーダンスはチャンネル間にカップリングが起きる点まで増加する。これらの低音域では、回路の分離は減少するが、斯かる減少によって、音響的に不快な現象が起きることはない。何となれば、Aチャンネル及びBチャンネルの高周波スペクトル成分のおかげで低音域では適正なステレオ分離が行なわれていると感じられるからである。第3図はまた、音量曲線を第1図に示す所望の特性にさらに精密に適合させるために、異なった信号が供給される2つ以上のタップを音量制御ポテンシヨメ

かけられた左チャンネル入力信号と右チャンネル入力信号は処理されると、出力端子33及び34に音量補償を有する左チャンネル信号及び右チャンネル信号が供給される。ポテンシヨメータR1A, R1B及びR1Cは共通の低域増幅を有するシステム内に同時作動する三部ポテンシヨメータを形成している。ポテンシヨメータのR1A部とR1B部はワイバ、すなわちそれぞれ抵抗R2A, R7Aの並列結合と抵抗R2B, R7Bの並列結合とによって所望の音声減衰度を与えている。差動増幅器A2A及びA2Bは、それぞれ入力抵抗R7A及びR7Bを通して全帯域幅信号を受取り、且つ各増幅器はこの全帯域幅信号をポテンシヨメータのR1C部のワイバームに供給される帯域制御信号に差動的に結合するための手段を含んでいる。また、抵抗R2A及びR2Bはこれらの信号を、増幅器A1及び関連の回路成分から成り通常は約50Hzに集中している帯域パス特性を有するフィルタ回路に供給している。この中心周波

数19及び20に用いている本発明に係る好ましい形態を開示するものである。更に多くのタップを用いると、所望の曲線を更に精密に達成することが可能となる。

これらの付加的なタップが用いられるのは、中バンド減衰の各20db毎に対する10dbの相対低域増幅の所望の挙動に円滑な且つ連続的な状態でより正確に近似させるべくバンドパスフィルタ回路信号を再注入するためである。390Ω抵抗と1.5KΩ抵抗は制御の規定された減衰度と共に、下部タップに配置されたワイバによる制御の所望の減衰を上部タップにおける減衰よりもおよそ30db高に確立する。また同時に、1.5KΩ抵抗は、フィルタ回路の利得とポテンシヨメータ及び390Ω抵抗の電圧分割作用と結びつくことによって、再注入された低域信号レベルを確立している。

第4図について説明する。第4図には、ステレオシステムに用いられる本発明に係る別の実施例を示す。入力端子31及び32にそれぞれ

数は、関連する音声再生システムの低音域カットオフの近くにあることが好ましい。ポテンシヨメータのR1C部は増幅器A1の出力において濾波された信号を受け取り且つ以下に説明するような減衰度を有する。すなわち、聴取空間において90db SPLより高いピーク音声レベルになると期待される利得制御のセッティングに対しては、このポテンシヨメータ部のワイバームが効果的に接地されるような減衰度である。同時に、ポテンシヨメータのR1A部とR1B部によって10dbの付加的減衰が与えられる毎に、ポテンシヨメータのR1C部によって与えられる減衰は低減し、これは同じ点における中間音域出力に比較すると帯域パスフィルタの中心周波数における増幅器A2A及びA2Bの出力の5db増加をもたらすため、200Hz以上の中間音域の利得に影響することなく所望の音量補償が得られる。

第4図に示す回路では、添字A又はBで示す成分は実質的に同じパラメータ値を有する。各

チャンネルに対して独立の低域増幅音量回路が必要な場合は、増幅器A1と関連成分を含むフィルタ回路を2つ配設すれば良い。

第5図について説明する。第5図には、同時作動三部ポテンシオメータを用いる本発明に係る別の形態の略図を示す。左チャンネルと右チャンネルの同様のエレメントは同じ符号で示し、LとRを添字することによって左チャンネルか右チャンネルかを表わしている。入力ポテンシオメータ42L及び42Rは共通のポテンシオメータ43と共に機械的に同時作動する。低音域は増幅器44及び関連の回路成分によって増幅される。増幅器45L及び45Rは高周波成分を増幅する。通常は開になっているダイナミック等化断切スイッチはポテンシオメータ43のアームを接地することによってダイナミック等化を切る。

この回路はタップ付ポテンシオメータを用いた回路と比較すると多くの利点を有する。フィルタ回路の構成部品の値は音量制御抵抗とは独

立に設定できる。高価な大容量コンデンサは必要ない。チャンネル間の相対利得(利得制御トラッキング)は、ポテンシオメータの製造の際に発生する対制御シャフト位置タップ機械的配置の反復可能性に関連した誤差及び寄生の反復不可能なタップ接続抵抗によって起きるタップ負荷誤差を解消することによって改善される。この回路は前後の低ソース抵抗には依存しないため適正な作動を行なうことができる。この回路は容易に入手可能な成分によって実施できる。直線ポテンシオメータ43は両端が接地されているため、信号がアームに導入されたりアームから取り出されたりすることが注目される。

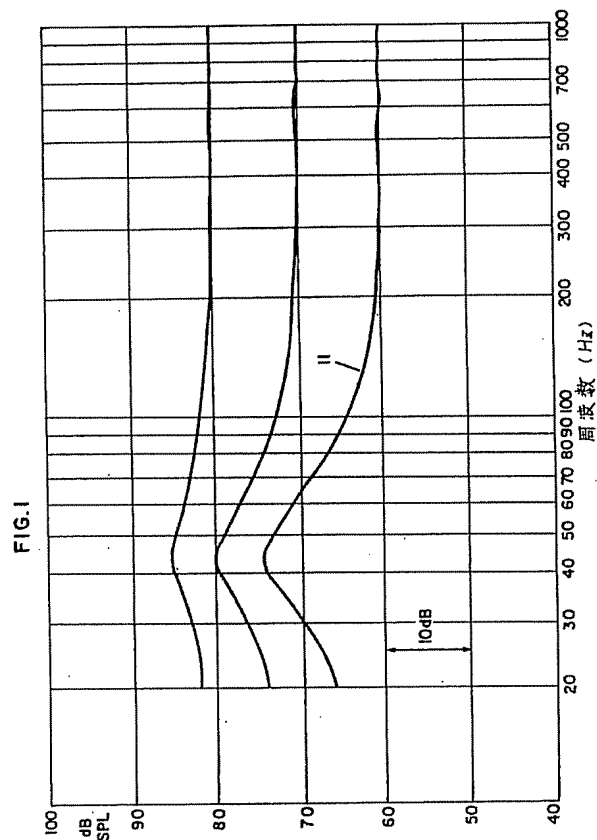
第6図について説明する。第6図には、様々な音量制御セッティングに対して導入された等化のグラフ図を示す。周波数は10~1,000 Hzを対数目盛で表わしており、Eの後の数字はEの前の数字1を10倍づつしていったものの対数を表わしている。音量制御セッティングが最大になると、周波数特性は平坦な特性を示

すが、第6図の例に示すように音量制御セッティングが減少するにつれて平坦な特性が失われてくる。

4. [図面の簡単な説明]

第1図は本発明に係る音量補償のグラフ図、第2図は本発明に係る補償回路の1形態の略回路図、第3図はマルチチャンネルシステムにおける使用に適当な本発明に係る自動音量補償の略回路図、第4図はマルチチャンネルシステムに用いられる本発明に係る別の実施例の略回路図、第5図は本発明に係る好ましい形態の略図、第6図は音量セッティングの領域を補償する本発明に係る音量補償のグラフ図。

14…音量制御装置、15, 22, 23, 24, 25…タップ、16, 107…チューニングコンデンサ、17…コンデンサ、18…抵抗、19, 20…ポテンシオメータ、31, 32…入力端子、33, 34…出力端子、43…共通ポテンシオメータ。



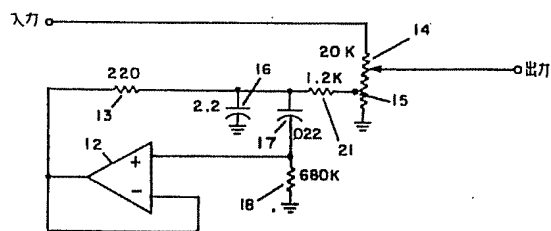


FIG. 2

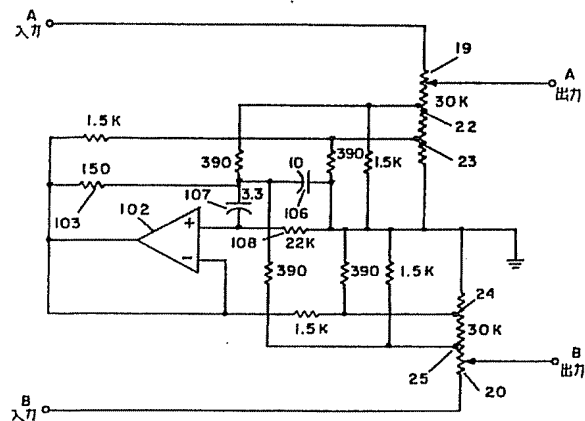


FIG. 3

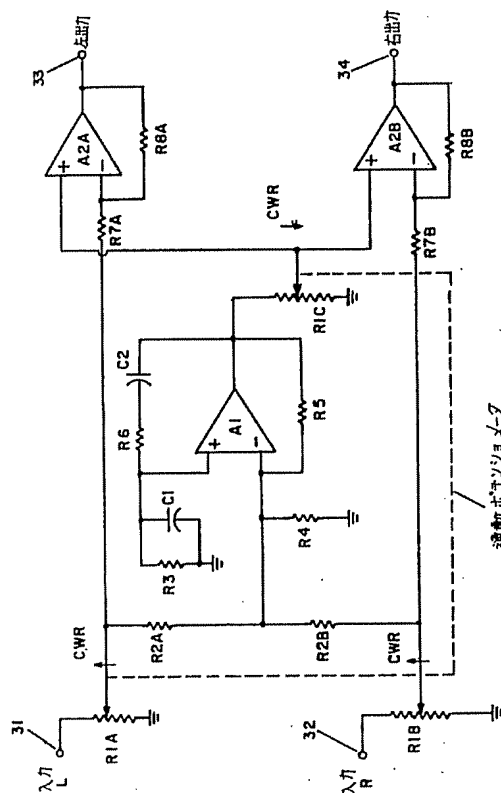


FIG. 4

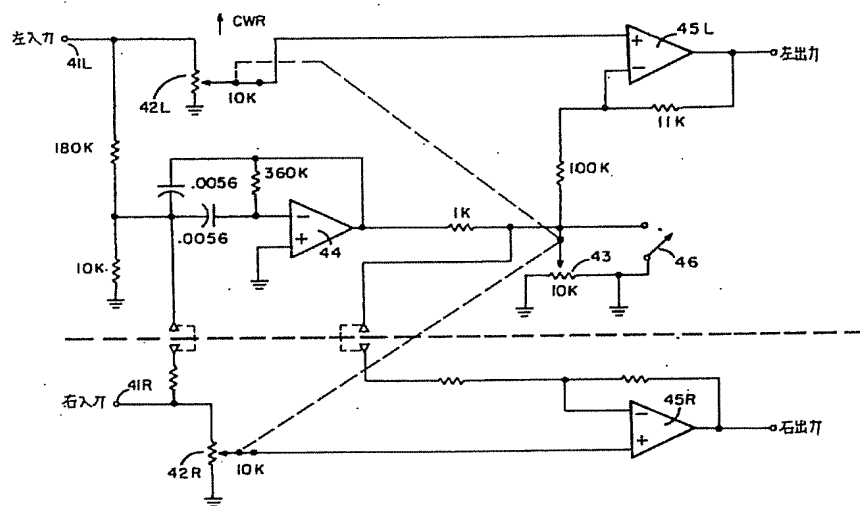


FIG. 5

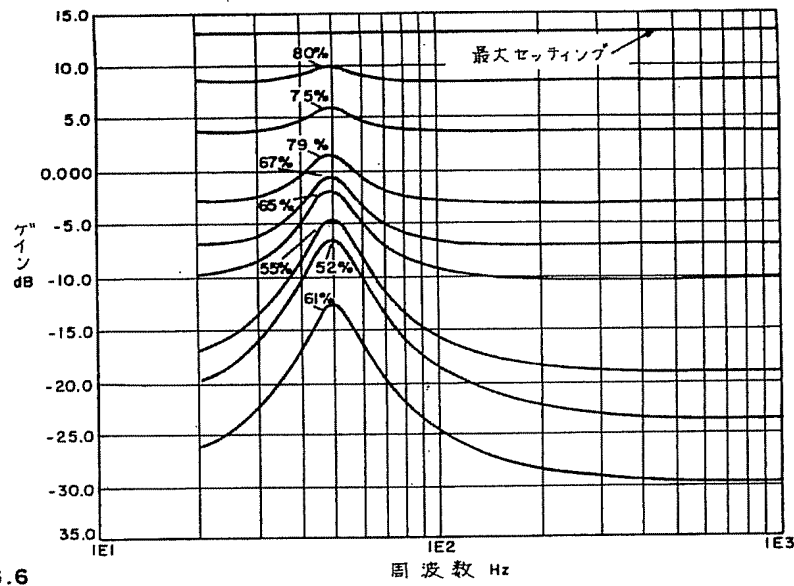


FIG. 6